



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

CARRERA: LIC. EN ECONOMÍA

APELLIDO Y NOMBRE: MARÍA EUGENIA GONZALEZ

LU: 1020637

TEMA: EFICIENCIA TÉCNICA EN AEROLÍNEAS

AÑO:2015

# Eficiencia Técnica en Aerolíneas: un enfoque no paramétrico

---

## Resumen:

El objetivo principal de este trabajo es el de evaluar el desempeño operativo de la industria aérea en el continente americano, para lo que se utilizará el enfoque "*Data Envelopment Analysis*" sobre una muestra de 18 aerolíneas para los años 2010 hasta 2014 inclusive. A los coeficientes de eficiencia técnica se los comparará con variables de costos e ingresos medios de la industria tratando de establecer la relación entre ellas y los niveles de eficiencia técnica. La hipótesis del trabajo sostiene que altos niveles de eficiencia técnica, la cual implica máximo producto para una mínima cantidad de insumos, se traducirán en una alta rentabilidad y bajos niveles de costos. Esto implica una correlación alta y negativa entre el coeficiente de eficiencia obtenido y la variable de costos medios (CASM: "Cost Per Available Seat Mile"), y una correlación alta y positiva entre la eficiencia y la variable de ingresos medios (PRASM: "Passenger Revenue Per Available Seat Mile"). Aunque se comprueba la parte de que altos niveles de eficiencia traerán alta rentabilidad, se rechaza la hipótesis previamente planteada, ya que la correlación observada en la muestra entre los coeficientes de eficiencia observados y la variable CASM es alta pero positiva, dejando en evidencia que no necesariamente un ahorro en los insumos físicos implica un ahorro en costos. Esto se debe a las limitaciones que presenta nuestro modelo, el cual mide variables físicas y no monetarias, dado que al analizarse un conjunto de países, quedan excluidas ciertas variables exógenas como por ejemplo el régimen impositivo o las distintas tasas devaluatorias e inflacionarias que propician diferentes decisiones con respecto al capital.

## Abstract:

The main purpose of this work is to evaluate the operating performance of the airline industry in the Americas, the approach "Data Envelopment Analysis" was used on a sample of 18 airlines for the years 2010 to 2014. Technical efficiency ratios were compared with the variables of costs and revenue of the industry trying to establish the relationship between them and the levels of technical efficiency. The working hypothesis holds that high levels of technical efficiency, which implies maximum output for minimum quantity of inputs, will result in high revenues and low costs. This implies a high negative correlation between the efficiency coefficient obtained and the variable of costs (CASM: "Cost per Available Seat Mile"), and a high positive correlation between efficiency and average revenue (PRASM "Passenger Revenue per Available Seat Mile "). Although high levels of efficiency that will bring high returns is checked, the previously proposed hypothesis is rejected, since the correlation observed in the sample between the coefficients of efficiency and the variable CASM is high but positive, making it clear that been technically efficient does not imply that you are using the inputs in the optimal amount. This is due to the limitations of our model, which measures physical and non-monetary variables, since when analyzing a group of countries, we leave aside certain exogenous variables such as taxation, devaluation rates and inflation that encourage different decisions regarding capital.

# 1. Introducción

---

No se encuentran estudios previos sobre eficiencia técnica que contemplen en simultáneo aerolíneas latinoamericanas de varios países y las comparen con estadounidenses o de otros países desarrollados del Hemisferio Norte. Definimos como eficiencia técnica a la capacidad de las empresas de obtener el mayor producto dada una cantidad determinada de insumo. (Coelli, et al. 2008). Además, cómo plantea Atul Rai (2013), elegimos a la industria aérea dado que los insumos y productos son relativamente homogéneos y hay disponibilidad de información sobre insumos y productos.

¿Por qué analizar la eficiencia productiva de la industria aérea? Una alta productividad en la industria aérea es la clave para generar crecimiento económico rápido, ya que mejora la globalización e incrementan la cooperación entre naciones. ( Ahmad y Khan, 2011). Dadas las fluctuaciones económicas, y su condición de industria cíclica, su desarrollo se ha visto afectado por el desempeño de la economía en su conjunto (Petrecolla, 2011). Además, el negocio de las aerolíneas requiere de decisiones de muy largo plazo, cómo la adquisición de aeronaves, la construcción de instalaciones y el desarrollo del sistema de rutas, que se ven afectadas por variables ambientales que las empresas no controlan, en particular la volatilidad en el precio del combustible, el cual tiene gran influencia en los costos operativos (Schefczyk, 1993).

El objetivo del trabajo es establecer una relación entre la eficiencia técnica en insumos y el nivel de desempeño operativo que muestran indicadores habituales sobre la industria (parciales de productividad y costo medio) y que se utilizan para comparar distintas aerolíneas. La hipótesis a testear será la existencia de una correlación alta y positiva entre el coeficiente de eficiencia obtenido con DEA (*"Data Envelopment Analysis"*) y la variable PRASM (*"Passenger Revenue per Available Seat Mile"*), y de una correlación alta pero negativa entre el nivel de eficiencia y la variable de costos medios CASM (*"Cost Per Available Seat Mile"*). Trataremos de comprobar lo planteado por Schefczyk (1993), quien sostiene que altos niveles de eficiencia se traducirán en una alta rentabilidad, y a esto le agregaremos nuestra conjetura de que un alto nivel de eficiencia en insumos se traducirá en bajos niveles de costos. Dado que ser eficiente implica mayor producto con menores insumos, esto se traduce en una mayor oferta (variable ASM *"Available Seat Miles"*), si esto se ve acompañado con una mayor demanda (variable RPM, *"Revenue*

*Passenger Mile*) tendremos mayores ingresos. Ahmad (2011), sostiene que las aerolíneas pueden sacar provecho de los ahorros en costos y de incrementar la eficiencia elevando la utilización de los aviones, educando a los trabajadores a reducir los tiempos de giro (tiempo entre que el avión llega y vuelve a despegar) y generando mayor cantidad de vuelos.

Para lograr el objetivo, se tratará de dar respuestas a preguntas tales como, ¿cuál es el nivel medio de eficiencia de una muestra de aerolíneas regionales? ¿Hay diferencias entre las aerolíneas de la muestra? ¿A qué se deben? ¿Qué diferencias encontramos entre los coeficientes para aerolíneas latinoamericanas y para aerolíneas de países desarrollados? ¿Cómo se vinculan los indicadores de la industria (de Costo Medio, Producto e Ingreso Medio) con los coeficientes de eficiencia con distintas hipótesis de rendimientos a escala? A la hora de realizar este tipo de comparaciones hay que tener en cuenta que las aerolíneas pueden tener distintos objetivos como, por ejemplo enfocarse en obtener los costos más bajos, buscar el mayor “*load factor*” (factor de carga), o incluso en ser aquella aerolínea con mayor velocidad de respuesta a los tickets demandados (Schefczyk, 1993). Otro factor a tener en cuenta que plantea Schefczyk (1993), es la dificultad de obtener medidas cuantitativas objetivas en una escala internacional, dadas las diferentes normas contables y esquemas de impuestos. Esto último afecta las decisiones de capital, sobre todo a la hora de adquirir aeronaves ya sea en leasing o por compra total.

En cuanto al método aplicado en el modelo que se presentará a continuación, este será el de fronteras no paramétricas, en particular el desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) y el de Bankers, Charnes y Cooper (1984). Ambos se encuentran orientados a insumos, pero el primero asume retornos constantes a escala (CRS) y el segundo asume retornos variables a escala (VRS), eliminando así la ineficiencia de escala. El método conocido como “*Data Envelopment Analysis*” (DEA) vincula todos los factores de eficiencia mediante la evaluación de las relaciones entre cada insumo y cada producto, para llegar a una medida escalar de rendimiento. Por esto, DEA supera dificultades tales como la comparabilidad internacional limitada y la variedad en las unidades de medida no financieras (Schefczyk, 1993).

La base de datos empleada utiliza información perteneciente a los formularios F-20 del “*U.S. Security Exchange Commission*” para los años 2010-2014, los reportes

financieros anuales de aquellas empresas que no cotizan en la bolsa de valores de Estados Unidos, y la base de datos de MIT, disponible en el proyecto titulado “*Airline Data Project*”.

La muestra sobre la que se calcula el modelo es heterogénea, presentándose datos de empresas “*low-cost*”, las cuales buscan crear economías eliminando ciertos servicios comúnmente suministrados por las aerolíneas denominadas “*full-service*”, las cuales también están presentes en la muestra, y que presentan mayores costos operativos que las mencionadas anteriormente porque no eliminan ningún tipo de confort o servicio. También se incluyen firmas pertenecientes a alianzas globales, las cuales implican acuerdos de cooperación que generan ciertos beneficios para sus miembros, tales como el descenso de las tarifas aéreas, una mayor oferta horaria de vuelos y una mejora en los programas de pasajeros frecuentes (Worldwide Air Transport Conference, 2013). También se incluyen aerolíneas locales y de larga distancia. Por último se incluyen firmas que sufrieron fusiones, como en el caso de Gol, Avianca, Tam, Lan, Delta Air lines, United Airlines, US Airways y Frontier. Este factor es importante, ya que las fusiones afectan el poder de mercado de las empresas, y tienden a generar mayores tarifas en los servicios (Borenstein, 1990).

Este trabajo se organiza en 6 secciones. En la sección 2 se discutirán los estudios que son antecedentes sobre la industria, en la sección 3 se explica el método práctico empleado para el análisis de la base de datos, en la sección 4 se presenta la base de datos utilizada junto con las tablas de descripción de las variables y la estadística descriptiva de la misma, en la sección 5 se encuentran los resultados obtenidos para cada período analizado, y finalmente en la sección 6 se presentan las conclusiones con respecto a los resultados del modelo.

## 2. Literatura previa

---

Las aerolíneas de hoy en día difieren mucho de las que operaban antes de la desregulación llevada a cabo a finales de los setenta en Estados Unidos. La atención principal de la industria se ha volcado a la productividad de los recursos, tales como los aviones, que gracias a los avances tecnológicos se han vuelto más versátiles y eficientes, especialmente en lo que respecta a la economía de su operación (Ahmad y Khan, 2011).

En lo que respecta al marco previo a la desregulación de 1978, el ente regulador que fijaba tarifas, restringía la entrada de nuevas firmas y que establecía cuales y cuantas firmas operarían cada ruta era el “*Civil Aeronautics Board*” (CAB). Este organismo regulador presentaba políticas que iban en contra de la competencia, como por ejemplo el permitirle únicamente a aerolíneas grandes explotar el mercado de vuelos de larga distancia, incrementando aún más su poder de mercado al permitirles reducir en una mayor medida los costos fijos Graham et al. (1983).

Siguiendo con análisis de los efectos de la regulación en el mercado aéreo de Graham et al. (1983), uno de sus principales aportes es que encuentran como causal del exceso de capacidad instalada a que las tarifas establecidas por el CAB, eran demasiado altas en la mayoría de los mercados, lo que generaba un exceso de oferta de vuelos y asientos. Además, este exceso de capacidad sería mayor dependiendo de la estructura de costos de la industria, ya que las diferentes estructuras de costos diferían de las tarifas en diferentes medidas. Estas tarifas estaban basadas en la distancia de los vuelos, sin tener en cuenta el nivel de ocupación.

Otra política llevada a cabo por Estados Unidos, y que se torna importante para comprender el mercado aéreo fue la que gira en torno al acuerdo de cielos abiertos con la Unión Europea, el cual contribuyó a incrementar la competencia en la industria, pero sólo en el tráfico indirecto (Morandi, et al. 2012).

La desregulación de la industria aérea llevada a cabo en Estados Unidos, consistió en otorgarle a las empresas la flexibilidad de elegir la combinación de tarifas, tamaño de flota y “*load factor*” que maximizara su beneficio en cada mercado, permitiéndoles aprovechar las economías de escala (Graham, et al.1983).

Para comprender mejor el análisis de este trabajo, hay que tener en cuenta la diversidad de países dentro de la muestra, y sus distintos marcos regulatorios. Un caso a evaluar es el de las aerolíneas de México, las cuales hasta 1988 se enfrentaban a fuertes controles gubernamentales de precio y de entrada, y las rutas eran operadas por una sola empresa, formando así monopolios legales, con poca eficiencia y mucho intervencionismo por parte del gobierno representado por transferencias, subsidios y la existencia de empresas de propiedad estatal o administradas por el estado. Este contexto comienza a cambiar a partir de 1988 y hasta 1995, año en el que se publica la Ley de aviación civil, por la cual se formaliza el proceso de desregulación, y cuyos principales logros fueron un

aumento en el número de pasajeros transportados, pero con tarifas más altas por kilómetro-pasajero que la media mundial.(Valdés y Ramírez; 2010)

En el caso de Brasil, éste comenzó a regularse a través de bandas tarifarias a principio de la década de los 90, pero al final de los 90 estas fueron eliminadas junto con la exclusividad de ciertas aerolíneas, lo que contribuyó a mejorar los indicadores de la industria. Esto se dio porque el gobierno comenzó un proceso de desregulación cuyo objetivo era el de mejorar la eficiencia y reducir los costos en las aerolíneas a través de una mejora en la competencia. (Araujo, et al. 2007).

En cuanto al contexto en la Comunidad Andina, éste se encuentra regulado por el Pacto Andino o Acuerdo de Cartagena integrado por Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia el cual establece ciertas normas jurídicas para la liberalización del mercado aéreo, a través de la política llamada “cielos abiertos” entre los países miembros. (Sarmiento García, 1999).

Aumentar el nivel de competencia resulta ser el principal incentivo a la hora de plantear la desregulación de un sector. La competencia en la industria aérea es el resultado de: los cambios en la tecnología y servicios que se ofrecen, las condiciones que enfrenta la demanda, las variables económicas que alteran al mercado tales como el riesgo, la infraestructura disponible y los requerimientos para entrar al mercado. A su vez depende de las decisiones de las firmas y de las políticas regulatorias del estado. (FORO LATINO AMERICANO DE COMPETENCIA Sesión IV: Asuntos de Competencia en el Sector de Transporte Aéreo).

A la hora de hablar sobre competencia en el mercado aéreo no puede dejar de nombrarse a Graham, et al. (1983), quienes sostienen que la competencia aseguraría las tarifas a un precio igual a los costos. Ellos estiman una función de costo marginal de largo plazo y utilizan fronteras paramétricas para medir eficiencia asignativa, competencia en el mercado y estimar tarifas. Graham, et al. (1983) utiliza datos cuatrimestrales de 1980 y 1981, y sus principales aportes y conclusiones son, por un lado que confirman la hipótesis de capacidad excesiva como raíz de las altas tarifas reguladas, y que como consecuencia a que la competencia en el mercado se genere una oferta mayor a la económicamente eficiente. Además añaden que las tarifas tienen una correlación positiva con la concentración de la industria, y que el índice de Herfindahl, el cual mide el nivel de

competencia en el mercado , tiene un efecto positivo y significativo en las tarifas, volviendo inconsistente la hipótesis de contestabilidad.

Borenstein (1989), sostiene que el dominio de rutas y aeropuertos se da por el grado de poder de mercado que ejerce la aerolínea, resultando en mayores tarifas para los consumidores. Borenstein (1989) también sostiene que la desregulación del mercado, la aparición de los programas de viajeros frecuentes, las comisiones para los agentes y el sistema de reserva “*on-line*”, se relacionan con el dominio en aeropuertos por ciertas aerolíneas.

Por su parte, Ng y Seabright (2001), a través de un estudio paramétrico examinan el grado en que los costos operacionales se ven afectados por las rentas de los trabajadores y por el nivel de competencia en la industria como consecuencia de la liberalización del mercado y de las privatizaciones. Ellos concluyen que las rentas salariales aumentan sustancialmente cuando las aerolíneas se encuentran en poder del estado, mientras que el efecto de la competencia es ambiguo. Por otro lado, también añaden que los costos de las aerolíneas europeas no muestran ninguna tendencia a la baja en el período post 1987, dejando en evidencia las limitaciones de la política desregulatoria, ya que a partir de 1986 con el “*Single European Act*” comienza el período desregulatorio para Europa. Finalmente concluyen que las ganancias de una mayor competencia si son significativas, especialmente si son acompañadas por privatizaciones, y una reducción en el presupuesto para las aerolíneas estatales ineficientes. El potencial de esta ganancia es de un 15-20% de los costos corrientes.

Vany (1975), desarrolla un modelo para estimar los efectos de la regulación tanto en precios como el de la entrada al mercado sin estándares de calidad. Concluye diciendo que en una industria competitiva la regulación no afecta la tasa de retorno, pero sí produce sub o sobre utilización de la capacidad instalada.

En cambio, a la hora de hablar sobre desregulación en Latinoamérica, más específicamente la de Brasil se puede mencionar dos trabajos. Por un lado, el de Araujo, et al. (2006), quienes analizan la performance operacional de las firmas brasileras, y concluyen diciendo que la liberalización del mercado que se dio en 1990 expuso a las aerolíneas brasileras a la competencia haciendo bajar las tarifas, incrementando la demanda y la productividad como ocurrió con las aerolíneas americanas y europeas. Araujo, et al. (2006) además agregan que las aerolíneas más eficientes para el período

analizado (2000-2005) fueron las LCCs (*“Low Cost Carriers”*, es decir aquellas de costos bajos) ya que registran un mejor uso de sus aviones en términos de horas voladas, y encuentran una alta correlación entre el crecimiento productivo, las horas de vuelo por cada avión y el porcentaje de ocupación. Por el otro lado, encontramos el trabajo de Pereira, et al. (2013) quienes a través de un modelo de fronteras no paramétricas evalúan la eficiencia técnica de aerolíneas brasileras, teniendo como marco la desregulación del sector, y cuyo aporte principal se da porque además de usar el modelo clásico de DEA-CCR, incorpora el modelo MCDEA, el cual incluye dos funciones objetivos más al modelo de DEA, cada una representando un criterio más de eficiencia, restringiendo la libertad de las unidades de decisión, y permitiéndoles obtener de todas las firmas eficientes con el método DEA, la más eficiente para cada período de la muestra.

Otro trabajo que hace foco en la desregulación del sector y que trata de dar respuesta a la pregunta de si los mercados desregulados deberían producir el producto socialmente deseable es el de Caves, et al. (1984) quienes utilizaron un panel de datos para estimar una función de costos translogarítmica. Los principales aportes de este trabajo es que destaca la presencia de economías de densidad, principalmente para las aerolíneas de mercados locales, las cuales normalmente operan en mercados menos densos, y confirma la creencia de costos unitarios decrecientes dentro de una red determinada. Además confirman la existencia de costos fijos asociados a la red en la que operan las aerolíneas.

A la hora de analizar las firmas incluidas en nuestra muestra, podemos ver que 8 pertenecen a alguna de las tres alianzas globales más grandes del mundo. Estas alianzas son Star Alliance, OneWorld y Sky Team. El pertenecer a una alianza global les permite a las aerolíneas mejorar su eficiencia al racionalizar la estructura de su red y así poder explotar economías de alcance y economías de escala, es así que el 70% de las alianzas incluyen vuelos de código compartido. Otro tipo de alianzas que se dan en la industria aérea son aquellas que emplean un programa de pasajeros frecuentes, otras que comparten instalaciones en los aeropuertos y aquellas que emplean el mismo marketing. (Chua, et al. 2003). Estas alianzas influyen sobre las tarifas, el volumen de pasajeros y el valor de las firmas rivales. (Oum et al. 1996).

Un trabajo que hace hincapié en los efectos de las alianzas de código compartido sobre los costos es el de Chua, et al. 2003, quienes a través de una función

translogarítmica, y una muestra de 10 aerolíneas durante 29 trimestres, estiman una función de costos para empresas pertenecientes a este tipo de acuerdos. El principal obstáculo que se les presenta es el requisito de concavidad de la función de costos, el cual no se cumple en funciones translogarítmicas, y para lo cual aplican concavidad local. Finalmente, sus principales conclusiones son que las alianzas tienen un impacto en los costos y en el uso de los factores de producción. Los costos de las aerolíneas tienden a reducirse, pero en una cuantía pequeña, y además sostienen que tanto las aerolíneas internacionales como locales operan en el tramo de los retornos constantes a escala.

Otro factor que afecta la muestra, es la presencia de aerolíneas de bajos costos, las cuales surgen en 1990 en Estados Unidos, y cuyo precursor fue Southwest Airlines. Este tipo de aerolíneas se caracterizan por eliminar ciertos servicios como las comidas o el entretenimiento abordo para poder reducir los costos y así ofrecer tarifas más bajas. (Chowdhury, 2007).

En lo que se refiere a trabajos que se focalicen en la medición de eficiencia, un autor que ha hecho grandes aportes es Rai (2003) quien a través de un modelo translog mide ineficiencias sobre los costos operacionales de aerolíneas internacionales de Estados Unidos, Europa y Asia, y además utiliza un modelo multi-producto. También encontramos autores que abordan la eficiencia pero del lado de la producción, como es el caso de Ahmad y Khan (2011), quienes analizan la productividad parcial de 3 aerolíneas de Asia, y cuya conclusión establece que un incremento en la distancia promedio de vuelo (medida de distancia "Average Stage Length"), al incrementar la velocidad mejora la productividad promedio de los empleados. Este trabajo resulta inconsistente porque solo evalúa la productividad media de un factor productivo.

Otro trabajo que mide eficiencia en aerolíneas es el de Schefzyk (1993), quien a través de un modelo de DEA multi-insumo y multi-producto mide la eficiencia de 15 aerolíneas internacionales grandes. Este trabajo al igual que el presentado a continuación relaciona la eficiencia con la "performance" operacional de las firmas, y sostiene que una alta performance operacional es un factor clave para lograr una alta rentabilidad, al igual que un alto porcentaje de ocupación de los aviones. Concluye diciendo que aquellas aerolíneas eficientes que se dedican al transporte de pasajeros presentan costos operativos (sin incluir las depreciaciones y amortizaciones así como tampoco la renta de aeronaves) que no exceden el 8% del "Revenue Passenger Mile".

Un aporte reciente a la literatura sobre la medición de eficiencia en aerolíneas es el de Seufert y Arjomandi (2011) quienes a través del enfoque DEA evalúan la eficiencia técnica y ambiental de 48 aerolíneas de las más grandes del mundo para el período 2007-2010. El modelo de eficiencia ambiental tiene como insumo al capital y como producto la emisión de dióxido de carbono. Uno de los principales resultados de este trabajo es que las aerolíneas más eficientes tanto técnica como ambientalmente son de China, Asia del Norte y de Europa y Rusia. Además, las aerolíneas “*Low-Cost*” son las más respetuosas del medioambiente, y la cantidad de aerolíneas orientadas a reducir el consumo de combustible aumenta en el período en cuestión. Por otro lado, también realizan un estudio de economías de escala, el cual sostiene que las “*Low-Cost*” operan bajo rendimientos crecientes a escala, y que las aerolíneas de mayor tamaño se encuentran en el tramo de rendimientos decrecientes, pudiendo incrementar su eficiencia al reducir el consumo de insumos.

Rai (2013), mide la eficiencia en aerolíneas a través de la técnica envolvente de datos, y compara los resultados obtenidos con el retorno de las acciones. Atul separa los coeficientes de eficiencia técnica obtenidos para cada firma en dos grupos, uno de firmas eficientes y otro de firmas ineficientes, el resultado obtenido es que la cartera eficiente supera a la ineficiente por un margen de 23% si analizamos los retornos obtenidos de las acciones.

### 3. Eficiencia Técnica

---

En esta sección se explicara brevemente las medidas de eficiencia moderna. La eficiencia total de una firma está compuesta por dos factores, por un lado la eficiencia técnica que hace referencia a la capacidad de la firma de minimizar el consumo de insumos proporcionalmente y generar un determinado nivel de producto. El segundo factor es la eficiencia asignativa también conocida como “*price efficiency*”, que se refiere a la capacidad de combinar los insumos y productos de forma óptima teniendo en cuenta los precios de cada uno y la tecnología de producción. (Sirasoontorn, 2004).

Para lograr la medición de eficiencia técnica se debe construir una frontera de producción, para lo que se utilizan dos enfoques, por un lado “*Data Envelopment Analysis*” o “*Stochastic Frontier Analysis*”. (Sirasoontorn, 2004). La medida de eficiencia es la distancia entre la producción observada y la frontera eficiente de la industria, por lo

que aquellas empresas que caigan más lejos de la frontera serán las más ineficientes. Ferro et al(1999).

Ambos métodos tienen sus ventajas y desventajas. En lo que respecta a DEA, sus ventajas son varias, tales como que no requiere de ningún supuesto a priori sobre la forma funcional de la función, nos permite trabajar con muestras de tamaño reducido, no asume ningún supuesto sobre la distribución de los residuos, y por último la que la alta sensibilidad a los valores extremos hace evidente los errores. Por el lado de sus desventajas se destaca el hecho de que utiliza solo un subconjunto de los datos disponibles, aquellos eficientes, para determinar la frontera, no considera errores aleatorios y además no comprueba que exista una relación estadísticamente significativa entre las variables. En cuanto a las ventajas de utilizar econometría, ésta permite separar los efectos de las distintas variables, y nos permite realizar test de hipótesis, de forma tal que el margen de error en la estimación queda establecido. Pero este método plantea grandes inconvenientes, por un lado se deben tomar muchas decisiones metodológicas para formular el problema, utiliza comportamientos medios suponiendo que todas las firmas son económicamente eficientes, los supuestos bajo los que se hace la separación entre los ruidos y de la eficiencia son fuertes y arbitrarios, y además se puede denominar ineficiencia a una mala especificación del modelo. (Ferro, et al. 2010).

Este trabajo utilizará el enfoque envolvente de datos, aplicando la mirada de Farrell (1957), quien sostiene que la eficiencia técnica consiste en la obtención de la mayor cantidad posible de producto, a partir de un conjunto determinado de insumos, lo que implica asignarle una relación a la producción final y los insumos empleados, es decir, que aquella empresa que ahorre insumos y obtenga un mayor producto será más eficiente que otra que use más insumos. (Ferro, et al. 2010).

## 4. Método y base de datos

---

El estudio de fronteras no paramétricas se inicia en Charnes et al. (1978). Se asume un modelo multi-producto y multi-insumo, teniendo como productos el total de asientos disponibles por milla recorrida, y el porcentaje de ocupación de la flota, y

teniendo como insumos los galones de combustible (en miles) consumidos por cada empresa en cada período, la cantidad de empleados equivalentes a tiempo completo al cierre del período y el número total de aeronaves.

A diferencia de fronteras paramétricas, DEA lo que hace es optimizar cada empresa de forma individual para formar la frontera eficiente compuesta por un conjunto de firmas óptimas en el sentido de Pareto, luego se calcula la mejor medida de eficiencia de la empresa para ver si esta cae sobre la frontera eficiente o por debajo, siendo estas últimas las ineficientes. La frontera de eficiencia calcula una firma eficiente basada en los datos disponibles, a diferencia de fronteras paramétricas que calcularía una firma promedio Rai (2013). Por otro lado, DEA requiere suponer un objetivo para los productores. Éste análisis asume que el objetivo será orientado a minimizar el uso de insumos.

Por otro lado, utilizaremos el modelo CCR desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), el cual utiliza programación lineal asignando ponderaciones propias del método de cálculo a cada unidad de decisión, permitiéndonos obtener un valor de producto virtual y otro de insumo virtual, cuyo cociente nos dará la eficiencia de cada firma. Este enfoque asume retornos constantes a escala. Además se calculará también el modelo BCC de Banker, Charnes y Cooper (1984), que agrega un modo inmediato de identificar la ineficiencia de escala, asumiendo retornos variables a escala. (Ferro, et al. 2010)

$$(1) \quad \text{Min } \theta \text{ sujeto a } y_i \leq \lambda Y \\ \lambda X \leq \theta x_j$$

Donde Y es la matriz N x r productos de las unidades de decisión (DMU: “*decision making units*”) N hace referencia a las 18 firmas en la muestra, r serían los productos, es decir los ASM y el “*load factor*”, X es una matriz N x m de insumos,  $\lambda$  es un vector de parámetros de intensidad, que nos permite la combinación convexa de los insumos y productos observados. El valor obtenido de  $\theta$  será el valor de eficiencia obtenido. En el caso en que sea posible una reducción en los insumos,  $\theta$  será menor que 1, y la unidad de producción será ineficiente. La puntuación obtenida se define como el ratio de productos ponderados divididos los insumos ponderados, generando valores entre 0% y 1(100%). (Ferro et al 2010).

Para obtener el modelo VRS, simplemente se debe agregar la restricción:

$$(2) \quad \sum_j \lambda_j = 1 \text{ para } j=1, 2, 3 \dots, N.$$

Esta última restricción implica que las unidades ineficientes solo sean comparadas con unidades de decisión de similar tamaño.

Schefczyk (1993) plantea la clasificación de los insumos en “*asset related*”, aquellos bienes que representan bienes de capital y que afectan los costos de forma indirecta a través de la depreciación, amortización e interés, y que en el modelo será la variable cantidad de aviones, y en “*cost-related inputs*” donde se incluyen los trabajadores, el combustible, las comisiones entre otros factores, que en el presente análisis serán los empleados a tiempo completo para el cierre del período y el consumo de galones de combustible en miles. Como producto final de las firmas se utilizan los ASM (“*available seat per kilometers*”), estos son los asientos disponibles por kilómetro recorrido, sin importar si van ocupados o vacíos y el “*load factor*”, que es el porcentaje promedio de ocupación que presentan las naves. Cabe destacar, que las aerolíneas presentes en la muestra tienen como negocio principal el transporte de pasajeros, pero gran parte de ellas también realizan transporte de carga, cuyo producto sería la variable ATM (“*available tonne mile*”). Dado que se pretende inferir la eficiencia en el transporte de pasajeros, y que no se encuentra disponible la información para todas las firmas presentes en el modelo sobre las toneladas transportadas, esta variable fue excluida del análisis.

A la hora de analizar las variables consideradas insumos, es preciso aclarar que la volatilidad del precio del combustible para aeronaves afecta las decisiones no solo de la producción sino también la de la cantidad de aeronaves que operarán. De esta forma, si se registra un incremento en el costo del combustible, y se tienen empleadas naves que utilicen este insumo en una mayor cuantía que otras, es posible que se saquen de circulación y se produzca una mayor depreciación a causa del mayor uso de las aeronaves más eficientes. Por tanto, el incremento en el precio de los combustibles reduce la rentabilidad de la industria, aumentando de forma directa los costos operativos. (Morrison, et al. 2010). Durante el período de análisis el precio registrado por el combustible para aviones osciló entre 100 dólares y 140 dólares por barril ( IATA Fuel Price Monitor), precio bastante menor al de la etapa previa, que registró su pico en 2008, y que transformó al combustible en el principal costo operativo para las empresas aéreas, bajando su rentabilidad considerablemente.

La variable de costo operativo que utilizaremos para comparar la eficiencia será el de CASM, la cual es una medida comúnmente utilizada para medir la eficiencia de una aerolínea, y que se obtiene dividiendo el costo operativo por la cantidad de asientos disponibles por milla recorrida. Nuestra hipótesis mencionada previamente plantea que a menor CASM, más eficiente debería ser la aerolínea, ya que asumimos que un ahorro en insumos se traduce en un menor costo, aunque al quedar por fuera la variable precios, esto puede no cumplirse. Por el lado de los ingresos, la variable a comparar será la de PRASM (*“Passenger revenue per available seat mile”*), la cual es comúnmente utilizada para comparar rentabilidad de las aerolíneas ya que mide los ingresos de pasajeros en centavos por cada ASM, es decir que a mayor PRASM, más rentable será la aerolínea. Schefzyk 1993 sostiene que una buena performance de eficiencia se traduce en una buena rentabilidad, por lo que intentaremos comprobar esta relación a través de una correlación entre las variables.

La razón por la cual se eligen estos indicadores de costo e ingresos medios (PRASM y CASM) es porque la forma más simple de medir el desempeño es utilizar razones (divisiones o cocientes entre dos variables), que nos permite comparar entre firmas y en el tiempo. (Ferro, et al. 1999).

Otra variable a tener en cuenta a la hora de analizar los costos es el *Average Stage Length* (Distancia promedio de los vuelos), ya que a medida que esta variable sea mayor, los costos se reducirán, haciendo que los costos fijos representen una menor proporción en los costos totales. En la muestra utilizada, el *Average Stage Length* va desde 614 en algunas aerolíneas locales hasta 1720 por parte de una de las aerolíneas globales más grandes, como lo es United Airlines.

La base de datos se compone de observaciones anuales de aerolíneas tanto latinoamericanas como estadounidenses, *“low-cost”* y *“full-service”*, pertenecientes a alianzas globales como no, regionales y globales. Es de mencionarse, el hecho de que Aerolíneas Argentinas tuvo que ser sacada de la muestra, ya que no se consiguieron datos sobre el consumo de combustible para el período, el cual se da a través de compras intra-estatales con YPF.

Se presentan datos para 15 aerolíneas para el período 2010, 17 para el período 2011, y 16 para los restantes períodos, producto de la fusión entre Lan y Tam llevada a cabo en 2012. La información (404 observaciones) se obtuvo de varias fuentes, incluidas

los formularios F-20 del “*U.S. Security Exchange Commission*”, los reportes financieros anuales disponibles en las páginas de las aerolíneas y el proyecto “*Airline Data Project*” del “*Massachusetts Institute of Technology*”.

Los coeficientes de eficiencia se obtuvieron a través del uso del programa de simulación y modelación matemática GAMS (General Algebraic Modeling Sistem), y fueron comparados tanto con el Costo por Asiento disponible por milla recorrida como con el Ingreso por pasajeros por ASM, y obteniendo un coeficiente de correlación entre los mismos.

## 5. Resultados

---

En cuanto a los resultados obtenidos en la muestra, las únicas aerolíneas que son eficientes durante todo el período 2010-2014 son Virgin America, Gol Intelligent Airlines y Allegiant Airline, es decir que las 3 aerolíneas que resultaron eficientes durante el período 2010-2014 son de tipo LCCs siendo Gol la única aerolínea latinoamericana que resulta eficiente técnicamente durante todo el período. En 2010, Gol Intelligent Airlines logra la eficiencia y además muestra un CASK de los más bajos, aunque su PRASM es de los más bajos. En 2010 las otras dos empresas que logra la eficiencia son Virgin American y Allegiant Airline, ambas LCCs, y ambas estadounidenses. Por otro lado en 2011 son 8 las aerolíneas que alcanzan la eficiencia (Allegiant Air, Copa Holdings, Delta Air lines, Frontier, Gol Intelligent Airlines, JetBlue Airways, TAM Airlines y Virgin American). Durante 2012, las únicas aerolíneas eficientes fueron Gol, Virgin American y Allegiant Air, las que tuvieron la peor performance fueron LATAM Airlines y Avianca, cabe destacar que en este año se da la fusión entre LAN y TAM. En 2013 son 5 las aerolíneas eficientes (Allegiant Air, Frontier, Gol, Hawaiian y Virgin America), mientras que la que logra el coeficiente de eficiencia más bajo es Avianca. Finalmente en 2014 las aerolíneas eficientes fueron Allegiant Air, Frontier, Hawaiian, Gol Intelligent Airlines y Virgin America.

Por otro lado, se proporciona un análisis sobre la relación entre los coeficientes de eficiencia técnica y las variables operacionales CASK y PRASM. Definimos a la correlación como una medida estadística que mide el grado de asociación entre dos variables. La correlación obtenida entre los niveles de eficiencia técnica y la variable de costos es alta, alcanzando un promedio de 32%, pero positiva, lo que implica que al aumentar la eficiencia técnica los costos muestran una tendencia creciente, esto se da

como resultado de las limitaciones de nuestro análisis, el cual no incluye la variable de precios, lo que estaría implicando que el ahorro en insumos de las aerolíneas eficientes no estaría siendo el óptimo teniendo en cuenta los precios de los mismos o las posibilidades de sustituir insumos entre sí. En cambio, al correlacionar la variable de eficiencia con la variable de rendimiento PRASM, vemos una correlación positiva del 25% entre las variables, reafirmando lo planteado por Schefyk(1993), de que ser eficientes se traduce en ser más rentables, y no rechazando parte de nuestra hipótesis, que sostenía que una alta eficiencia se traduciría en alta rentabilidad. Si evaluamos las correlaciones entre las variables de costos y rentabilidad, esta se encuentra en un 84%, implicando que aumentos en los costos se traducirán en aumentos de la rentabilidad. Por último se mide la correlación entre los niveles de eficiencia obtenidos con el método BCC y el método CCR, la cual arroja una relación de casi un 72%, esta diferencia se da porque el método que utiliza retornos constantes a escala podría estar dando como ineficiente a una empresa por el solo hecho de que goza de economías de escala para una mayor producción y ésta se encuentra operando por debajo del mismo. (Ferro, et al. 1999).

**Tabla 1: Variables incluidas en la estimación. Fuente: Elaboración Propia**

Variable	Nombre	Notación	Definición		
<b>Insumos</b>	Galones de combustible para aviones	G	$G = CG/1000$		
	Empleados equivalentes a tiempo completo	E	Cantidad de empleados a tiempo completo al final del período		
	Cantidad de aviones	A	Cantidad de aviones al final del período incluyendo aquellos en leasing		
<b>Productos</b>	Asientos disponibles por milla recorrida en Millones	ASM	$ASM = AD \times M / 1000000$	AD	Asiento Disponibles
				M	Millas
	Factor de ocupación	LF	$n = L/W$	n	Factor de carga
				L	Levante
				W	Peso
<b>Variable de costos</b>	Costo por ASM	CASM	$CASM = DOC / ASM$	DOC	Costo Operativo Directo
<b>Variable de rentabilidad</b>	Ingresos de pasajeros por ASM	PRASM	$PRASM = SR / ASM$	SR	Ingresos por Pasajeros

**Tabla 2: Estadística descriptiva**

Variables	Firmas	Año	Media	Desvío Estándar	Mínimo	Máximo
ASM en millones	15	2010	62457,5	65403,3	6039,7	232684,0
Porcentaje de ocupación	15	2010	0,8	0,1	0,7	0,9
Galones de combustible en miles	15	2010	875393,6	947707,6	101442,0	3093665,0
Empleados a tiempo completo	15	2010	23930,7	23426,7	1585,0	76742,0
Cantidad de aviones	15	2010	231,2	230,3	28,4	722,0
ASM en millones	17	2011	59414,2	63081,6	6159,4	6159,4
Porcentaje de ocupación	17	2011	0,8	0,1	0,7	1,0
Galones de combustible en miles	17	2011	818032,5	903595,4	93902,2	3133172,7
Empleados a tiempo completo	17	2011	23746,8	22773,7	1571,0	80158,0
Cantidad de aviones	17	2011	222,5	215,9	25,2	710,0
ASM en millones	16	2012	68899,2	73925,2	7297,2	230415,0
Porcentaje de ocupación	16	2012	0,8	0,0	0,7	0,9
Galones de combustible en miles	16	2012	956449,8	1065467,0	113511,6	3239954,0
Empleados a tiempo completo	16	2012	28272,0	28541,5	1799,0	87966,0
Cantidad de aviones	16	2012	267,4	248,8	32,0	707,0
ASM en millones	16	2013	71389,0	73644,9	8000,1	232740,0
Porcentaje de ocupación	16	2013	0,8	0,0	0,8	0,9
Galones de combustible en miles	16	2013	990175,8	1074111,2	120379,9	3204238,6
Empleados a tiempo completo	16	2013	27793,2	27667,0	1978,0	87405,0
Cantidad de aviones	16	2013	267,8	246,9	45,4	715,0
ASM en millones	16	2014	72996,2	74571,7	8806,3	239676,0
Porcentaje de ocupación	16	2014	0,8	0,0	0,8	0,9
Galones de combustible en miles	16	2014	1007559,8	1069048,3	128906,8	3186173,8
Empleados a tiempo completo	16	2014	28197,1	27593,0	1938,0	84472,0
Cantidad de aviones	16	2014	273,7	243,2	47,3	725,0

Fuente: Elaboración propia con datos procedentes de U.S. Security Exchange Commission, MIT "Airline Project" y Reporte Anual de Aeroméxico.

**Tabla 3: Correlación entre resultados**

<b>Variables</b>	<b>Coefficiente de Correlación</b>
Coef. De eficiencia con CRS vs VRS	0,719
Coef. De eficiencia con CRS vs CASM	0,297
Coef. De eficiencia con VRS vs CASM	0,350
Coef. De eficiencia con CRS vs PRASM	0,199
Coef. De eficiencia con VRS vs PRASM	0,283
<b>PRASM vs CASM</b>	<b>0,839</b>

Fuente: Elaboración propia con datos procedentes de U.S. Security Exchange Commission, MIT "Airline Project" y Reporte Anual de Aeroméxico.

Las tablas presentadas a continuación sobre los resultados de eficiencia, costo medio e ingreso medio deben ser leídas anualmente de forma comparativa, siendo aquellas firmas que muestren en la columna de CRS y VRS el número uno las eficientes, y todas aquellas que muestren números menores las ineficientes. En lo que respecta a la columna CASM, esta es la que muestra el costo operativo por asiento disponible por milla recorrida, y debe ser interpretado de forma tal que a mayor número menor eficiencia asignativa, es decir, menor eficiencia en costos, y la variable de columna PRASM, debe ser leída de forma tal que a mayor ingreso por pasajero, mayor rentabilidad. La variable que figura debajo de la columna Low Cost es una variable "dummy", por lo que si figura un 1, la firma será de tipo LCC.

**Tabla 4: Resultados 2010**

<b>DMU</b>	<b>Año</b>	<b>CRS</b>	<b>VRS</b>	<b>CASM</b>	<b>PRASM</b>	<b>Low Cost</b>
<b>Alaska</b>	2010					-
		0.74	0.82	10.93	10.64	
<b>Allegiant Air, LLC</b>	2010					
		1.00	1.00	9.08	7.59	1.00
<b>American</b>	2010					-
		0.64	0.79	12.84	10.93	
<b>COPA HOLDINGS, S.A.</b>	2010					-
		0.77	0.77	10.28	12.22	
<b>DELTA AIR LINES INC</b>	2010					-
		0.83	1.00	11.84	10.57	
<b>Frontier</b>	2010					
		0.78	0.84	10.00	9.86	1.00
<b>Gol Intelligent Airlines Inc</b>	2010					
		1.00	1.00	8.49	5.10	1.00
<b>HAWAIIAN AIRLINES, INC.</b>	2010					-
		0.94	1.00	11.88	11.38	
<b>JetBlue Airways Corporation</b>	2010					
		0.78	0.92	9.77	9.81	1.00
<b>LATAM AIRLINES GROUP S.A</b>	2010					-
		0.43	0.44	2.67	4.54	
<b>Southwest</b>	2010					
		0.73	0.92	11.27	11.28	1.00
<b>TAM Airlines</b>	2010					-
		0.83	0.83	5.41	5.92	
<b>United Airlines</b>	2010					-
		0.75	1.00	12.03	11.03	
<b>US Airways</b>	2010					-
		0.62	0.76	11.73	10.44	
<b>Virgin America, Inc.</b>	2010					
		1.00	1.00	9.44	8.60	1.00

Fuente: Elaboración propia con datos procedentes de U.S. Security Exchange Commission, MIT "Airline Project" y Reporte Anual de Aeroméxico.

**Tabla 5: Resultados 2011**

<b>DMU</b>	<b>Año</b>	<b>CRS</b>	<b>VRS</b>	<b>CASM</b>	<b>PRASM</b>	<b>Low Cost</b>
<b>AeroMéxico</b>	2011	0.76	0.80	0.05	0.09	-
<b>Alaska</b>	2011	0.72	0.87	11.79	11.36	-
<b>Allegiant Air, LLC</b>	2011	1.00	1.00	11.05	8.64	1.00
<b>American</b>	2011	0.81	0.83	14.44	11.62	-
<b>Avianca Holdings S.A.</b>	2011	0.57	0.62	10.80	5.97	-
<b>COPA HOLDINGS, S.A.</b>	2011	1.00	1.00	10.83	13.08	-
<b>DELTA AIR LINES INC</b>	2011	1.00	1.00	13.03	11.50	-
<b>Frontier</b>	2011	1.00	1.00	12.64	12.32	1.00
<b>Gol Intelligent Airlines Inc</b>	2011	1.00	1.00	9.60	4.46	1.00
<b>HAWAIIAN AIRLINES, INC.</b>	2011	0.82	0.82	13.42	12.31	-
<b>JetBlue Airways Corporation</b>	2011	1.00	1.00	11.12	10.95	1.00
<b>LATAM AIRLINES GROUP S.A</b>	2011	0.67	0.73	3.72	5.16	-
<b>Southwest</b>	2011	0.94	0.96	12.51	12.11	1.00
<b>TAM Airlines</b>	2011	1.00	1.00	5.08	5.49	-
<b>United Airlines</b>	2011	0.92	1.00	13.53	11.90	-
<b>US Airways</b>	2011	0.81	0.90	13.11	11.52	-
<b>Virgin America, Inc.</b>	2011	1.00	1.00	10.76	9.67	1.00

Fuente: Elaboración propia con datos procedentes de U.S. Security Exchange Commission, MIT "Airline Project" y Reporte Anual de Aeroméxico.

**Tabla 6: Resultados 2012**

<b>DMU</b>	<b>Año</b>	<b>CRS</b>	<b>VRS</b>	<b>CASM</b>	<b>PRASM</b>	<b>Low Cost</b>
<b>AeroMéxico</b>	2012	0.48	0.48	0.06	0.06	-
<b>Alaska</b>	2012	0.91	0.63	11.90	11.67	-
<b>Allegiant Air, LLC</b>	2012	1.00	1.00	10.45	8.65	1.00
<b>American</b>	2012	0.80	0.54	14.26	12.27	-
<b>Avianca Holdings S.A.</b>	2012	0.38	0.37	10.90	6.03	-
<b>COPA HOLDINGS, S.A.</b>	2012	0.60	0.60	11.15	13.06	-
<b>DELTA AIR LINES INC</b>	2012	1.00	0.68	13.80	12.16	-
<b>Frontier</b>	2012	1.00	0.81	11.79	9.81	1.00
<b>Gol Intelligent Airlines Inc</b>	2012	1.00	1.00	10.80	4.18	1.00
<b>HAWAIIAN AIRLINES, INC.</b>	2012	1.00	0.87	12.37	12.03	-
<b>JetBlue Airways Corporation</b>	2012	0.89	0.63	11.42	11.35	1.00
<b>LATAM AIRLINES GROUP S.A</b>	2012	0.58	0.38	3.85	5.31	-
<b>Southwest</b>	2012	0.92	0.61	12.83	12.05	1.00
<b>United Airlines</b>	2012	0.94	0.62	14.19	11.95	-
<b>US Airways</b>	2012	0.78	0.51	13.25	11.91	-
<b>Virgin America, Inc.</b>	2012	1.00	1.00	10.83	9.76	1.00

Fuente: Elaboración propia con datos procedentes de U.S. Security Exchange Commission, MIT "Airline Project" y Reporte Anual de Aeroméxico.

**Tabla 7: Resultados 2013**

<b>DMU</b>	<b>Año</b>	<b>CRS</b>	<b>VRS</b>	<b>CASM</b>	<b>PRASM</b>	<b>Low Cost</b>
<b>AeroMéxico</b>	2013	0.53	0.53	0.06	0.05	-
<b>Alaska</b>	2013	0.69	0.79	11.60	11.50	-
<b>Allegiant Air, LLC</b>	2013	1.00	1.00	10.33	8.85	1.00
<b>American</b>	2013	0.58	0.81	13.74	12.67	-
<b>Avianca Holdings S.A.</b>	2013	0.42	0.42	10.90	6.21	-
<b>COPA HOLDINGS, S.A.</b>	2013	0.67	0.67	11.03	13.30	-
<b>DELTA AIR LINES INC</b>	2013	0.69	1.00	13.66	12.63	-
<b>Frontier</b>	2013	1.00	1.00	11.93	10.48	1.00
<b>Gol Intelligent Airlines Inc</b>	2013	1.00	1.00	10.88	4.31	1.00
<b>HAWAIIAN AIRLINES, INC.</b>	2013	1.00	1.00	11.91	11.53	-
<b>JetBlue Airways Corporation</b>	2013	0.71	0.83	11.64	11.60	1.00
<b>LATAM AIRLINES GROUP S.A</b>	2013	0.50	0.65	3.71	5.22	-
<b>Southwest</b>	2013	0.67	0.95	12.55	12.81	1.00
<b>United Airlines</b>	2013	0.64	0.93	13.87	12.14	-
<b>US Airways</b>	2013	0.57	0.79	13.43	12.21	-
<b>Virgin America, Inc.</b>	2013	1.00	1.00	10.86	10.49	1.00

Fuente: Elaboración propia con datos procedentes de U.S. Security Exchange Commission, MIT "Airline Project" y Reporte Anual de Aeroméxico.

**Tabla 8: Resultados 2014**

<b>DMU</b>	<b>Año</b>	<b>CRS</b>	<b>VRS</b>	<b>CASM</b>	<b>PRASM</b>	<b>Low Cost</b>
<b>AeroMéxico</b>	2014	0,55	0,55	0,05	0,05	-
<b>Gol Intelligent Airlines Inc</b>	2014	1,00	1,00	12,00	4,23	1,00
<b>LATAM AIRLINES GROUP S.A</b>	2014	0,49	0,62	3,59	4,95	-
<b>Avianca Holdings S.A.</b>	2014	0,41	0,41	10,80	5,84	-
<b>Allegiant Air, LLC</b>	2014	1,00	1,00	10,92	9,10	1,00
<b>Frontier</b>	2014	1,00	1,00	10,88	10,09	1,00
<b>Virgin America, Inc.</b>	2014	1,00	1,00	11,33	10,71	1,00
<b>Alaska</b>	2014	0,68	0,74	11,07	11,67	-
<b>JetBlue Airways Corporation</b>	2014	0,73	0,79	11,69	11,82	1,00
<b>HAWAIIAN AIRLINES, INC.</b>	2014	1,00	1,00	11,94	11,94	-
<b>United Airlines</b>	2014	0,66	1,00	13,65	12,43	-
<b>US Airways</b>	2014	0,55	0,66	12,75	12,46	-
<b>COPA HOLDINGS, S.A.</b>	2014	0,67	0,67	10,52	12,62	-
<b>American</b>	2014	0,58	0,78	13,76	12,89	-
<b>DELTA AIR LINES INC</b>	2014	0,71	1,00	14,98	13,17	-
<b>Southwest</b>	2014	0,66	0,87	12,42	13,45	1,00

Fuente: Elaboración propia con datos procedentes de U.S. Security Exchange Commission, MIT "Airline Project" y Reporte Anual de Aeroméxico

## 6. Conclusiones

---

El objetivo principal del trabajo consistió en medir la eficiencia técnica de las aerolíneas en América, y comprobar la hipótesis de que un alto nivel de eficiencia se traduce en alta rentabilidad y menores costos.

A tal efecto, el análisis realizado previamente no alcanza para afirmar que la eficiencia en insumos observada en las 17 aerolíneas de la muestra esté directamente relacionada con la variable costo por ASM. Esto se da porque se mide la eficiencia productiva orientada a insumos, y no la eficiencia en costos, la cual implicaría disponer de las variables de precios de cada insumo. Dichas variables no fueron incluidas en el modelo debido a que, primero no estaban disponibles y segundo se analizan aerolíneas de 6 países con monedas, regímenes impositivos, criterios de depreciación del capital, tasas de inflación y niveles salariales diferentes. Lo que sí se comprueba es que aquellas firmas eficientes técnicamente, tienen su rédito en el mercado, al presentar una rentabilidad más elevada, la cual se evidencia en la variable de *“Passenger Revenue Per Available Seat Mile”*.

Se observan diferencias significativas entre los coeficientes logrados a través del modelo de DEA para los años en cuestión. Una de las principales observaciones obtenidas de la muestra, es que aquellas empresas de tipo *“low-cost”*, fueron las que obtuvieron los coeficientes de eficiencia más elevados. Además, en su mayoría estas compañías no se encuentran dentro de una alianza global, dejando ver que su eficiencia en la reducción de insumos no se encuentra relacionada con compartirlos con otras aerolíneas.

En cuanto a las preguntas planteadas en la introducción, encontramos que el nivel medio de eficiencia para una muestra de aerolíneas latinoamericanas es 0.74 tanto para retornos constantes como para retornos variables a escala. Mientras que para las de Estados Unidos se ubica en 0.84 bajo retornos constantes y 0.88 bajo retornos variables, por lo que podemos decir que las aerolíneas de Norteamérica son más eficientes que las latinoamericanas. Nuestra muestra incluye varias aerolíneas regionales de Estados Unidos, cuyo nivel promedio de eficiencia se ubica en 0.89 y 0.90 para cada uno de los métodos de DEA utilizados. Por otro lado, aquellas aerolíneas pertenecientes a alianzas globales presentaron un coeficiente de eficiencia promedio de 0.68 bajo el método CCR y

0.73 para BCC, mientras que aquellas que no están bajo este tipo de alianzas mostraron una eficiencia de 0.91 bajo retornos constantes y de 0.92 bajo retornos variables a escala, dejando en evidencia que este tipo de acuerdos no incrementó la eficiencia técnica.

Se pueden considerar posibles extensiones. Este trabajo se ha limitado a evaluar la eficiencia técnica obtenida por las unidades realizando un benchmarking a través del uso de la técnica envolvente de datos, la cual no comprueba si existe una relación estadísticamente significativa entre insumos y productos, por lo que se deja abierto el análisis para comprobar la significatividad de las variables, pudiéndose realizar estimaciones paramétricas, para así comprobar si la selección de variables ha sido la adecuada. Por otro lado también se deja abierta la posibilidad de realizar modelos que incluyan variables descriptivas tales como, tipo de aerolínea, tipo de regulación y tipo de alianzas estratégicas. Además, en la medida que se consigan las variables monetarias de los insumos y productos, se podrá llevar acabo la medición de la eficiencia asignativa y con esta la eficiencia económica total. Por último, otro tipo de variables de calidad tales como el ratio de “*on-time performance*”, o el porcentaje de satisfacción de los clientes pueden agregarse al modelo, evaluando otro tipo de indicadores de performance.

# Bibliografía

---

- Ahmad, K. y Khan M. M. (2011). A comparative Analysis of Productivity of Airline Industry: Evidence from Selected Asian Airlines.
- Araujo, A. H.; Dos Santos, I. C. y Cortés Pires, C. (2006). An International Comparative Study of the Operational Performance of Full Service, Regional and Low-Fare Airlines
- Rai, (2013). Measurement of efficiency in the airline industry using data envelopment analysis.
- Borenstein, S. (1989). Hubs and High Fares: Dominance and Market Power in the U.S. Airline Industry.
- Borenstein, S. (1990). Airline Mergers, Airport Dominance, and Market Power.
- Caves, D. W.; Christensen, L. R. y Tretheway, M. W. (1984). Economies of Density versus Economies of Scale: Why Trunk and Local Service Airline Costs differ
- Chowdhury, E. (2007). Low Cost Carriers: How are they changing the market dynamics of the U.S. Airline Industry?
- Coelli, T. J. (1996). A guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program
- Coelli, T. J.; Rao, P. y Battese, G. E. (1998). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Kluwer Academic Press, Boston.
- De Vany, A. S. (1975). The Effect of Prices and Entry Regulation on Airline Product, Capacity and Efficiency.
- Ferro, G.; Lentini J. E. y Romero A. C (1999). Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado.
- Ferro, G.; Garitta, F. y Romero, C. A. (2010). Relative Efficiency of Argentinean Airports.
- Ferro, G.; Lentini J. E.; Mercadier A. C. y Romero A. C. (2013). Efficiency in water and sanitation providers and its links with regions, property, and independence in Brazil.
- Graham, D. R.; Kaplan, D. P. y Sibley, D. S. (1983). Efficiency and Competition in the Airline Industry.
- Heinz Seufert, J.; Arjomandi, A. (2011). An Evaluation of the World's Major Airlines' Technical and Environmental Performance.
- Kumbhakar, S. C. (1992). Allocative Distortions, Technical Progress, and Input Demand in U.S. Airlines: 1970-1984
- Morrison J. K. D.; Bonnefoy, P. A. y Hansman R. J. (2010). Investigation of the Impacts of Effective Fuel Cost Increase on the US Air Transportation Network and Fleet.

- Ng K. C. and Seabright P. (2001). Competition, Privatization and Productive Efficiency: Evidence from the Airline Industry.
- Lederer, P. J. y Nambimadom, R. S. (1998). Airline Network Design.
- Petrecolla, D. (2011). Transporte Aéreo Argentino: La Regulación Económica y las Condiciones para la Competencia en el Sector.
- Ribeiro Pereira, E.; de Carvalho Chaves, M. C. y Soares de Mello, J. C. (2013): Evaluation of Efficiency of Brazilian Airlines Using the MCDEA-TRIMAP Model
- Sarmiento García, M. G. (1999). La política de transporte aéreo en la comunidad andina de naciones.
- Schefczyk, M. (1993). Operational Performance of Airlines: An Extension of Traditional Measurement Paradigms.
- Seufert, J. H.; Arjomandi, A. (2011). An Evaluation of the World's Major Airlines' Technical and Environmental Performance.
- Sirasoontorn, P. (2004) Privatization and Technical Efficiency of Thai Electricity Generation State Owned Enterprise.
- Valdés V., Ramírez J. C. (2010) Una evaluación sobre la desregulación del mercado de aerolíneas en México.
- Yong, J., Chua, C. L. y Kew, H. (2003) Airline Code-Share Alliances and Costs: Imposing Concavity on Translog Cost Function Estimation, Melbourne.
- Working Paper from the International Civil Aviation Organization, Worldwide Air transport Conference. (2013)

Para obtener la información de los formularios F-20 de las aerolíneas: (LAN, Copa Airlines., Gol Intelligent Airlines Inc, Avianca Holdings S.A.) <https://www.sec.gov/edgar/searchedgar/companysearch.html> – Fecha de consulta: 04/07/2015

Para AeroMéxico:

[https://aeromexico.com/mx/descarga/pdf/inversionistas/aeromexico\\_reporte\\_anual\\_2012.pdf](https://aeromexico.com/mx/descarga/pdf/inversionistas/aeromexico_reporte_anual_2012.pdf) – Fecha de consulta: 04/07/2015

Para Aerolíneas Estadounidenses:

<http://web.mit.edu/airlinedata/www/Revenue&Related.html> – Fecha de consulta: 4/07/2015

Monitor del precio del Combustible: <http://www.iata.org/publications/economics/fuel-monitor/Pages/price-development.aspx> Fecha de consulta: 4/07/2015